

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra výrobních strojů a konstruování

## **Návrh mechanizovaného shrnovacího zařízení**

**Mechanized Dragline Scraper**

Student: Jindřich Koska

Vedoucí diplomové práce: Ing. Milena Hrudíčková PhD.

Ostrava 2009

### **Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou (bakalářskou) práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové (bakalářské) práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě.....

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že:

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.

- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§35 odst. 3).

- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové (bakalářské) práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové (bakalářské) práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.

- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : .....

.....

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Bakalářská práce se zabývá modernizací mechanického shrnovacího zařízení, se kterým jsem se setkal na letní brigádě v zemědělském průmyslu. Toto zařízení se vyrábělo v 60. letech ve Vítkovických železárnách v Ostravě a používalo se v několika zemědělských družstvech. Mechanické shrnovací zařízení je určeno ke shrnování sypkých hmot, v mém případě obilovin.

Hlavní nevýhodou tohoto zařízení je nepříliš zdařilá obsluha, kterou musí vykonávat dva pracovníci. První drží lopatu a vede ji, druhý spouští naviják. Toto nepraktické ovládání jde změnit tak, aby k obsluze stačil pouze jeden pracovník. Docílím toho nahrazením stávající zubové spojky, spojkou elektromagnetickou, kterou lze bezdrátově aktivovat prostřednictvím tlačítka na rukojeti lopaty.

Na této práci pracuji s Janem Zouharem, který řeší otázku dimenzování pohonné části i s variantním řešením pohonu – spalovacím motorem.

## **ANNOTATION OF THESIS**

The topic of this bachelor dissertation is modernization of a decline scraper which I came into contact with whilst working in an agricultural company during the summer.

This equipment was being produced in the 1960s by Vítkovice, a metal works company in Ostrava. It was used in a number of agricultural companies. Mechanical dragline scrapers are used for scrapping of granary materials, in this case cereals.

The main disadvantage of this equipment is the fact that it has to be manned by two workers due to the way it is operated. First, a worker holds and leads a shovel whilst a second worker operates the winch.

We could change this impractical operation so that only one worker would be needed to man the equipment. This can be achieved by replacing the current tooth clutch with an electromagnetic one, which would be controlled using a wireless device activated by pressing a button on a handle of the shovel.

I am working on this task with a colleague of mine Jan Zouhar who is studying a construction subject. He is working on the construction of the winch and my task is to modify the shovel so that it's the easiest to work with.

## Seznam použitého značení

$p$	tlak	Mpa
$p_d$	dovolený tlak	Mpa
$t$	tloušťka trubky	mm
$d_1$	průměr drátu	mm
$Re$	mez pevnosti	Mpa
$\tau_s$	napětí ve střihu	Mpa
$\tau_{ds}$	dovolené napětí ve střihu	Mpa
$F$	síla	N
$S$	plocha	mm <sup>2</sup>

## Obsah

1	Rešerše .....	7
1.1	Ručně ovládaná shrnovací zařízení .....	7
1.1.1	Lopaty a shrnovače na sníh .....	7
1.1.2	Lopaty na obilí.....	8
1.2	Kombinovaná shrnovací zařízení .....	9
1.2.1	Mechanická lopata .....	9
1.2.2	Radlice na zahradní traktorky.....	9
1.2.3	Radlice na čtyřkolky .....	10
1.3	Mechanicky ovládaná shrnovací zařízení.....	10
1.3.1	Zadní radlice na traktor .....	11
1.3.2	Čelní radlice na traktor.....	11
1.3.3	Radlice na multicar a malotraktor .....	11
2	Návrh řešení pohonu .....	12
2.1	Rozbor stávajícího zařízení.....	12
2.1.1	Hlavní části stávajícího zařízení .....	13
2.1.2	Parametry hlavních částí pohonu .....	13
2.1.3	Popis funkce spojky lanového bubnu a ozubeného kola .....	14
2.1.4	Důvod úpravy pohonu .....	15
2.2	Řešení úpravy pohonu .....	15
3	Designová studie lopaty.....	17
3.1	Rozbor stávajícího řešení lopaty .....	17
3.2	Návrh nového konceptu .....	18
3.3	Postupné návrhy .....	19
3.3.1	Výsledný návrh .....	20
3.3.2	RF vysílač .....	24
3.3.3	RF přijímač.....	25
3.3.4	Spínač.....	25
3.3.5	Závlačka .....	26
3.3.6	Rukojeti.....	26
3.3.7	Řetěz a karabina + příslušenství .....	27
3.3.8	Spoje.....	28
4	Pevnostní výpočty .....	30
5	Finální vizualizace .....	31
6	Závěr.....	34
7	Použitá literatura.....	35

# 1 Rešerše

## 1.1 Ručně ovládaná shrnovací zařízení

### 1.1.1 Lopaty a shrnovače na sníh

Používají se ke shrnování a odhazování sněhu. V této oblasti je sortiment velmi široký. Používáme lehké materiály, jako jsou slitiny hliníku a tvrzený hliník nebo plast s vhodnými prolisy, které slouží ke zpevnění pracovní části. U plastových pracovních částí bývá ještě nejvíce namáhaná hrana opatřena hliníkovým plechem, který pracovní část rovněž zpevňuje. Existují profesionální shrnovače, které mají ergonomicky tvarované rukojeti a hliníkovou násadu s ergonomickým plastovým potahem a pracovní část z tvrzeného hliníku (obr. 1.13). Další profesionální shrnovač (obr. 1.15) má zase pracovní část z polypropylénového plastu, kterou ještě vyztužuje ocelová trubka. Dolní zpevňující hrana je galvanicky pokovená a držadlo je rovněž velmi pevné, ocelové, galvanicky pokovené. Tento shrnovač je navržen tak, aby se na něj nelepil vlhký sníh.



obr. 1.1 Lopata na sníh do auta



obr. 1.2 Plastová lopata



obr. 1.3 Shrnovač na sníh s kovovou hranou - skládací



*obr. 1.4 Plastový shrnovač s kovovou hranou*



*obr. 1.5 Profesionální shrnovače s kovovou radlicí (vlevo) a skládací, vyztužený trubkou po obvodu –(vpravo)*

### **1.1.2 Lopaty na obilí**

Používají se k odhazování obilovin. Pracovní část je z tvrzeného hliníku, někdy i s prolisy pro větší zpevnění (obr. 1.7). Násada je většinou vyrobena z lehkého březového dřeva a držadlo z polypropylénu. Lopaty jsou tedy velmi lehké a snadno se s nimi pracuje.



*obr. 1.6 Lopata na obilí*



*obr. 1.7 Lopata na obilí s prolisy*

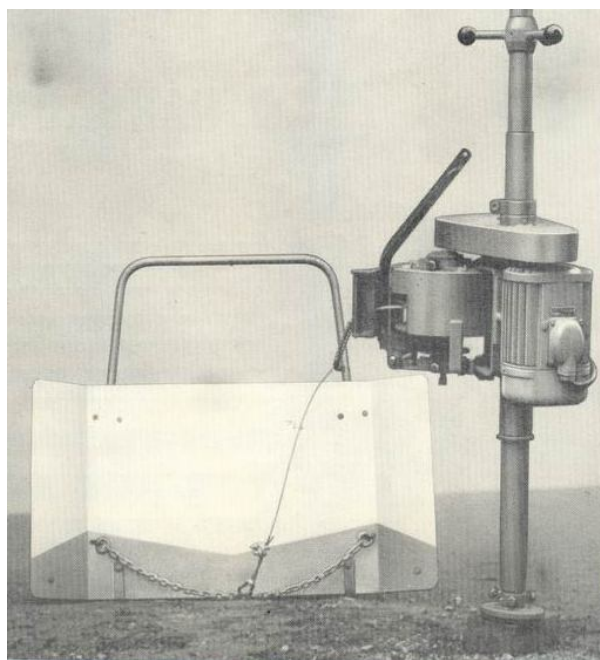


## 1.2 Kombinovaná shrnovací zařízení

Kombinovaná shrnovací zařízení využívají mechanický pohon pro vyvození tažné nebo tlačné síly, pro ovládání směru a polohy lopaty je využívána síla paží.

### 1.2.1 Mechanická lopata

Mechanizované shrnovací zařízení neboli mechanická lopata (obr. 1.8) je zařízení určené ke shrnování sypkých hmot, často se využívá v zemědělském průmyslu ke shrnování obilovin. Skládá se ze tří částí. Pevného stojanu, navijáku a lopaty. Vyráběla se v 60. letech 20. století. Toto zařízení jsem se rozhodl modernizovat. O modernizaci pojednává tato bakalářská práce. Z obrázku je zřejmé, že tehdejší ergonomické poznatky byly na nízké úrovni, protože tvar rukojeti a její výška není optimální. Dále lopata má na své rozměry celkem vysokou hmotnost, protože tehdy se ještě nepoužíval dural a lehké slitiny hliníku. Tím pádem se s ní hůře manipuluje. K obsluze je potřeba dvou pracovníků. První tahá za páku, čímž spustí naviják a druhý ovládá samotnou lopatu.



obr. 1.8 Mechanická lopata, výrobce Vítkovické železářny

### 1.2.2 Radlice na zahradní traktorky

Tyto radlice (obr. 1.9 až obr. 1.11) se používají převážně ke shrnování sněhu. Spodní nejvíce namáhaná lišta je pryžová, vyztužená kordovým plátnem a je vyměnitelná. Tyto radlice slouží jako příslušenství k zahradním traktorkům. K namontování radlice na traktorek je třeba speciálního rámu, který se upevní na přední části. Radlici ovládáme z místa řidiče dvěma pákami. Jedna - delší slouží ke zvedání radlice, druhá - menší slouží

k natáčení doleva nebo doprava. Radlice bývají tlumeny odpružením, aby bylo zamezeno přenášení rázů z nerovnosti terénu do konstrukce stroje.



obr. 1.9



obr.1.10



obr. 1.11

### 1.2.3 Radlice na čtyřkolky

Tato radlice (obr. 1.12 a 1.13) je obdobou radlice na zahradní traktorky, konstrukčně je téměř totožná. Rozdíl je jen v upevňovacím rámu, který má jiný tvar. Čtyřkolka dokáže vyvinout podstatně vyšší rychlost než zahradní traktorek. Sice této rychlosti nevyužijeme naplno, ale toto je nejrychlejší způsob shrnování z menších komunikací, např. v rodinné zástavbě.



obr. 1.12



obr. 1.13

## 1.3 Mechanicky ovládaná shrnovací zařízení

Tato zařízení využívají pro posuv i manipulaci s lopatou výhradně mechanický pohon, pro natáčení lopaty se nejčastěji používají hydraulické mechanismy.

### 1.3.1 Zadní radlice na traktor

Na obr. 1.14 a 1.15 jsou znázorněny pevné radlice s oblým tvarem, aby lépe odváděly nahromaděný sníh do stran. Umísťují se na zadní části traktoru a jejich úhel natočení je již daný tvarem připevněné nosné konstrukce, nelze jej při práci měnit. Na obr. 1.16 je hydraulicky natáčená radlice, u které lze úhel natočení plynule měnit od  $-30^\circ$  do  $+30^\circ$ . Pracovní záběr se pohybuje od 250 do 300 cm.



obr. 1.14



obr. 1.15



obr. 1.16

### 1.3.2 Čelní radlice na traktor

Čelní radlice (obr. 1.17) má záběr rovněž 250 až 300 cm a její úhel natočení se pohybuje od  $-18^\circ$  do  $+18^\circ$ . Hmotnost je 390kg a plech je silný 5 mm. Pod čelní radlice spadá i radlice šípová (obr. 1.18), která se vyrábí v různých rozměrech záběru (od 150cm do 200cm).



obr. 1.17



obr. 1.18

### 1.3.3 Radlice na multicar a malotraktor

Je to obdoba radlic na traktor, jen v menším provedení. Rozlišujeme čelní radlici (obr. 1.19), čelní šípovou radlici (1.20) a čelní šípovou obrácenou radlici (obr. 1.21).



obr. 1.19



obr. 1.20



obr. 1.21



## 2 Návrh řešení pohonu

### 2.1 Rozbor stávajícího zařízení

Mechanická lopata, o jejímž zdokonalení pojednává tato práce, se vyráběla v 60. letech 20. století ve Vítkovických železárnách v Ostravě. Konstrukční řešení i použité komponenty odpovídaly době vzniku. Ačkoli se v drobných zemědělských provozech toto zařízení ještě vyskytuje, jeho častější používání brání ne příliš zdařilý způsob ovládání pohonu navijáku.

Zařízení se používá k shrnování obilovin na statku v Kobeřicích. Vlastní zařízení se skládá ze dvou hlavních částí: z navijáku ocelového lana (obr. 2.1) a lopaty (obr. 2.2), ke které je ocelové lano upevněno. Navíjením lana tedy dochází ke shrnování. Navíjecí zařízení je otočně uloženo na sloupku, tak aby se dalo natáčet v rozsahu 180°.



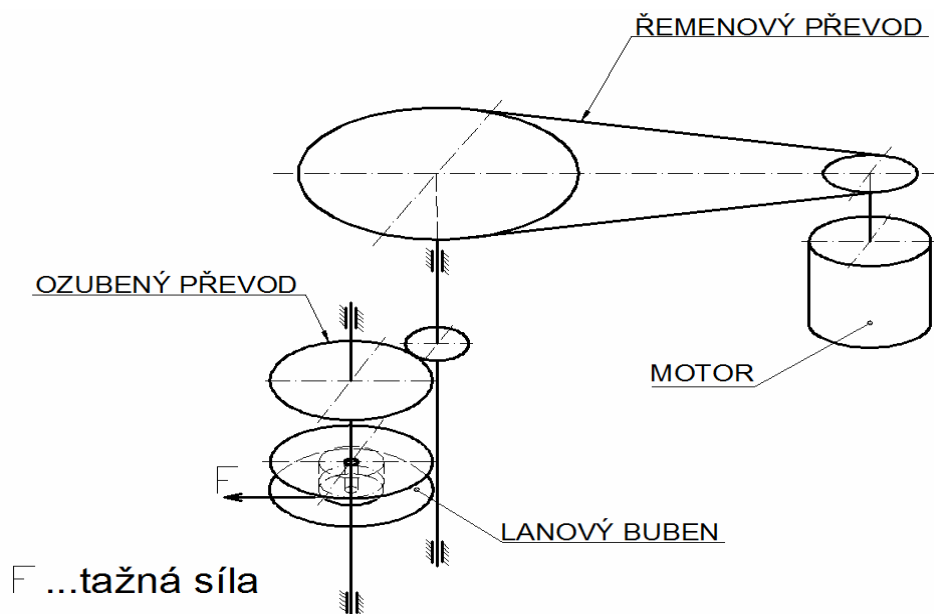
*obr. 2.1 Pohled na pohonnou část shrnovacího zařízení s navijákem*



*obr. 2.2 Shrnvací lopata s úvazem pro tažné lano*

### 2.1.1 Hlavní části stávajícího zařízení

Informace o stávajícím provedení i návrhu nového pohonu byly čerpány z [5]. Pohon navijáku se skládá z elektromotoru, ozubeného a řemenového převodu a zubové spojky. Schéma je na obr. 2.3



obr. 2.3. Schéma pohonu navijáku [5]

### 2.1.2 Parametry hlavních částí pohonu

V následujících tabulkách 2.1 až 2.3 jsou uvedeny hlavní parametry elektromotoru, řemenového převodu a ozubeného převodu.

Tab. 2.1 Elektromotor pohonu:

výrobce	typ	výkon $P_1$ [kW]	otáčky $n$ [ $\text{min}^{-1}$ ]
MEZ MOHELNICE	4AP 90S-4	1,1	1410

Tab. 2.2 Řemenový převod (obr. 1.4): jsou použity dva řemeny

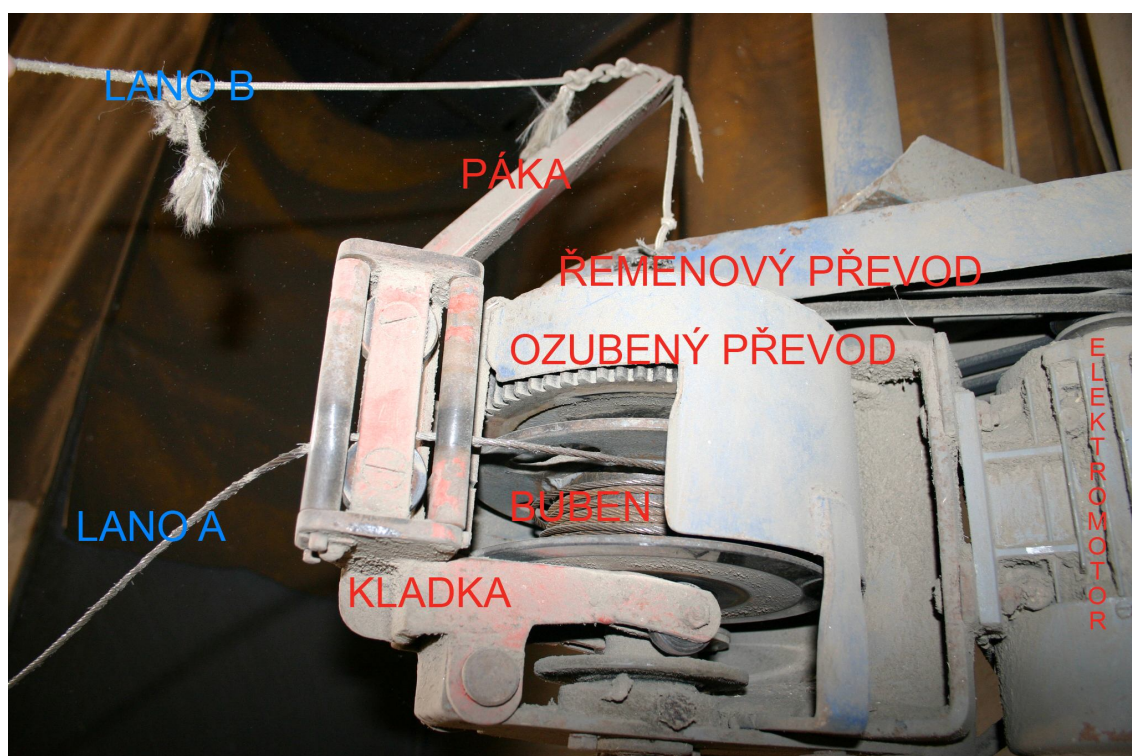
průměr hnací řemenice $D_1$ [mm]	průměr hnané řemenice $D_2$ [mm]	převodový poměr $i = \frac{D_2}{D_1}$	typ řemene
49	210	4,28	SPA nebo Z

Tab. 2.3 Ozubený převod

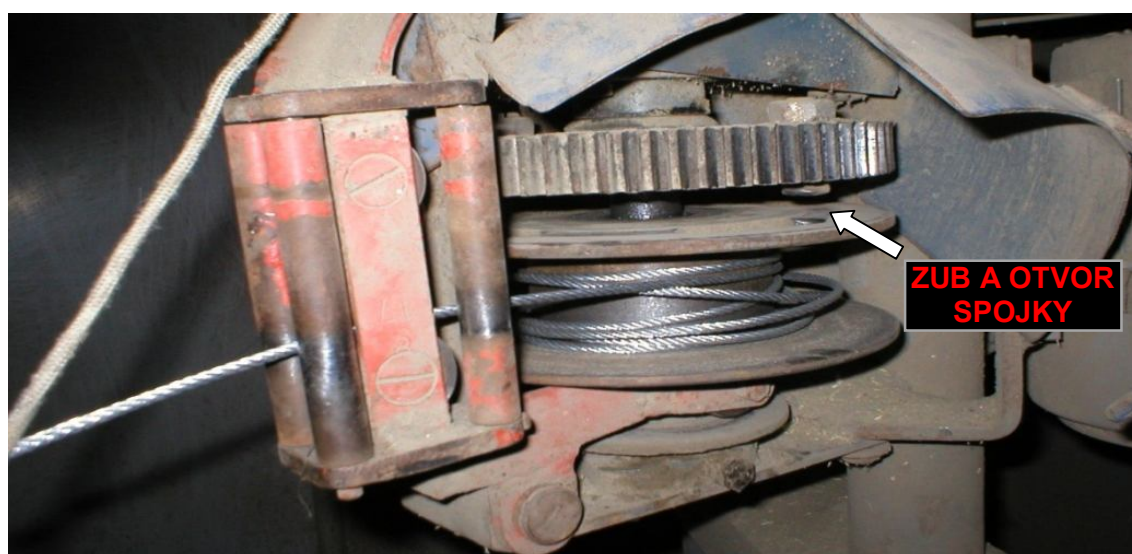
typ soukolí	počet zubů hnacího kola $z_1$	počet zubů hnaného kola $z_2$	převodový poměr $u = \frac{z_2}{z_1}$
Čelní s přímými zuby	16	66	4,125

### 2.1.3 Popis funkce spojky lanového bubnu a ozubeného kola

Lanový buben je posuvně uložen na výstupní hřídeli přímo pod hnaným ozubeným kolem. V horním čele má buben pravidelně rozmístěny tři otvory. Po přizvednutí bubnu v axiálním směru zapadnou do otvorů zuby, umístěné na tělese hnaného ozubeného kola a buben je ozubeným kolem unášen. Axiální pohyb bubnu se ovládá tahem za páku nebo „lano B“, upevněné k otočně uložené zvrtné páce, která zvedá lanový buben přes kladku. Po uvolnění lana B a zvrtné páky dojde k samovolnému rozpojení bubnu a ozubeného kola tím, že buben díky své tíhové síle klesne a zuby vyjedou z otvorů na bubnu.



obr. 2.4 Popis funkčních částí navijáku s pohonem



obr. 2.5 Zubová spojka

### **2.1.4 Důvod úpravy pohonu**

Při současném uspořádání pohonu jsou nutní k ovládání zařízení dva pracovníci. Jeden, který ovládá spojku, tahem za páku spojku sepne a stálým tahem ji drží v záběru. Při dokončení cyklu shrnutí páku pustí, spojka se rozepne a lano se může z bubnu opět odvinout. Druhý pracovník přidržuje lopatu a následuje ji při shrnování, přičemž koriguje její směr i přítlak k podlaze silou paží. Při dokončení shrnovacího cyklu (spojka se rozepne) tahem za lopatu lano z bubnu odvine. Úprava pohonu tedy spočívá v tom, aby zařízení mohl ovládat pouze jeden pracovník.

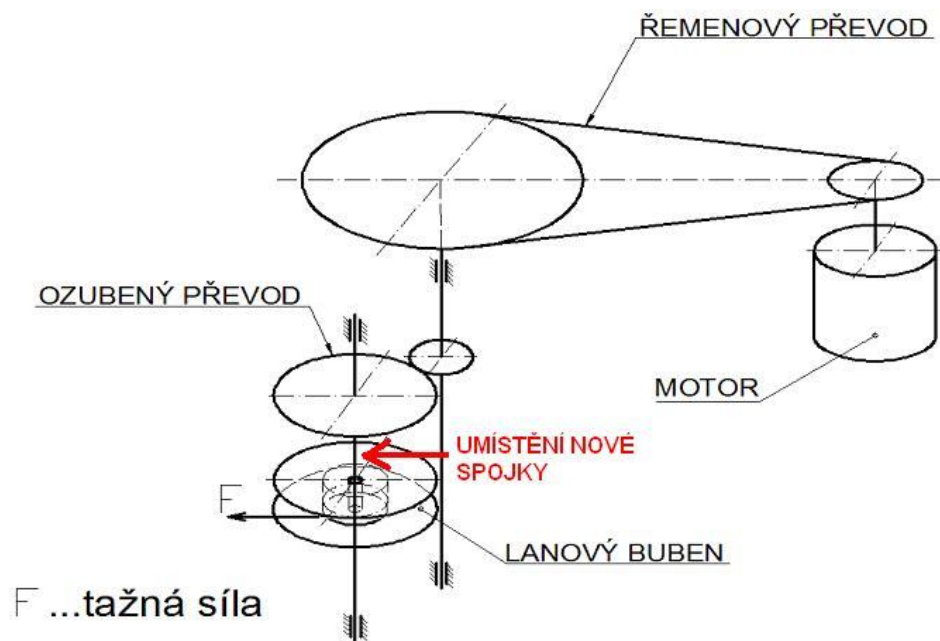
Konstrukce stávajícího zařízení je zastaralá, ovládání pohonu nepraktické a vyžadující přítomnost další osoby. S využitím současného technického řešení dálkově ovládaných elektrických zařízení bude možno navrhnout moderní shrnovací zařízení, které umožní komfortní ovládání jedním pracovníkem.

## **2.2 Řešení úpravy pohonu**

Rozhodl jsem se do pohonu umístit elektromagnetickou lamelovou spojku od firmy SELOS Bohemia s.r.o., typ ELA (obr. 2.7 a obr. 2.8), která bude ovládána bezdrátově přímo z lopaty pracovníkem. Obsluha tedy bude moci při současném přidržování lopaty také ovládat spojku pohonu. Spojka bude umístěna na výstupní hřídeli pohonu v místě stávající spojky, tedy mezi navíjecím bubnem a velkým ozubeným kolem.

Aby spojku bylo možno uložit na výstupní hřídel pohonu, bude nutné uložení hřídele a hřídel upravit nebo případně vyměnit za nově vyrobené. Při uložení spojky na výstupní hřídel se zvětší axiální zatížení od vlastní tíhy ozubeného kola, spojky a lanového bubnu (tíhu bubnu při současném řešení přenáší páka spojky). V navrženém uspořádání výstupní části pohonu by horní ložisko přenášelo větší axiální síly, proto bude vhodnější použít místo kluzných ložisek ložiska valivá. Tato ložiska jsou použita i z důvodu smontovatelnosti výstupní části hřídele, výhodou bude i větší účinnost valivých ložisek a při použití zapouzdřených ložisek se usnadní také údržba zařízení.

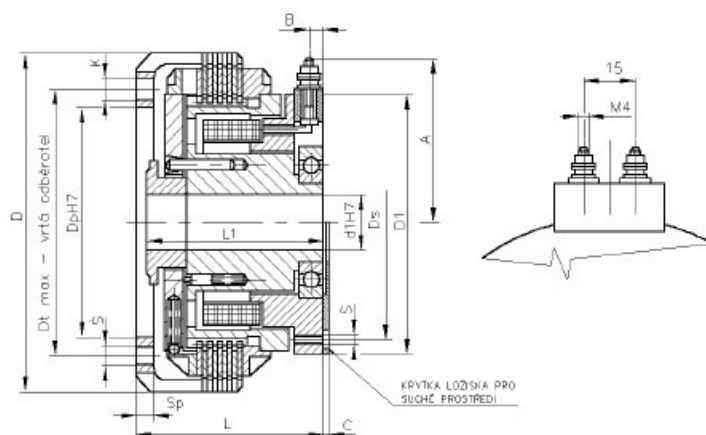




obr. 2.6 Schéma umístění spojky [5]



obr. 2.7 Elektromagnetická spojka ELA



obr. 2.8 Technická dokumentace spojky



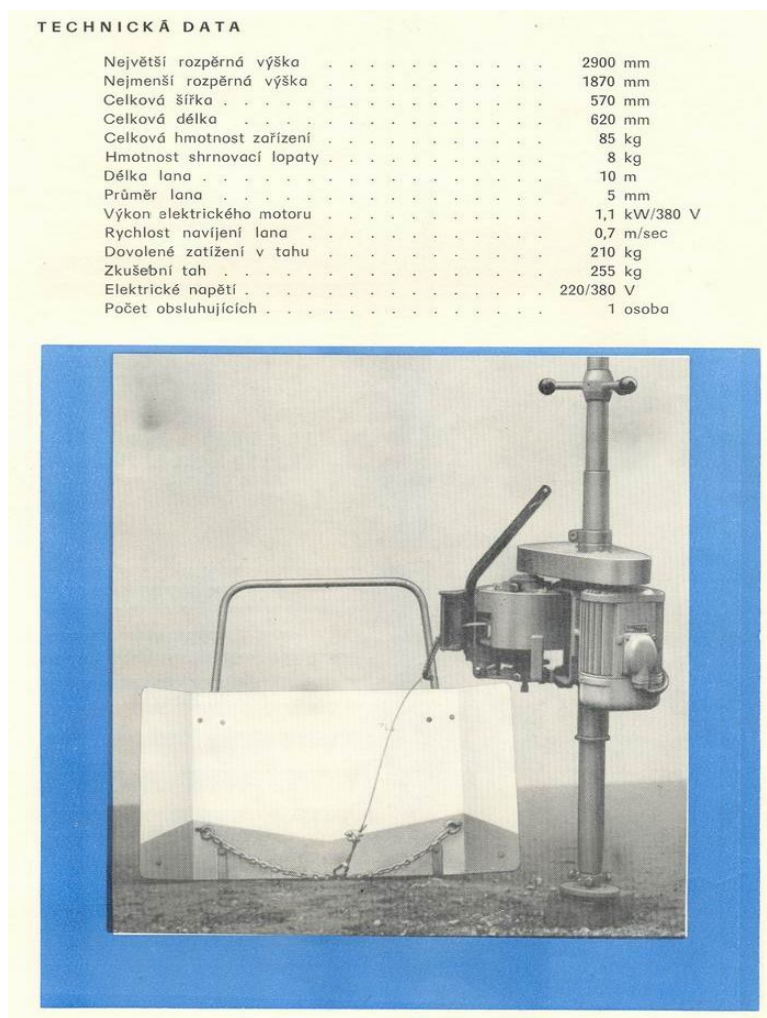
### 3 Designová studie lopaty

#### 3.1 Rozbor stávajícího řešení lopaty

Na obr. 3.1 jsou napsány technické parametry a základní rozměry stávající lopaty, ze kterých jsem částečně vycházel. I když je na obrázku poznamenáno, že zařízení obsluhuje jedna osoba, realita je jiná. Jakmile jsme ve větší vzdálenosti, musí nám za páku zatáhnout osoba druhá. Tento problém se pokoušeli dělníci vyřešit tak, že na páku přivázali lano, za které potom tahali a naviják tak spouštěli. Toto však dělali na úkor pohodlí ovládání lopaty, na kterou jim zbyla pouze jedna ruka.

Lopata byla vyrobena v 60. letech. V té době se na ergonomii a pohodlí pracovníka nedbalo, proto má lopata nepříliš zdařilý tvar rukojeti a úhel úchopu také není optimální. Při práci se musí dělník hrbít a i přes své malé rozměry váží lopata 8kg.

Lopata se skládá ze svařované konstrukce, a ohnutého plechu o tloušťce 5mm. Dále z řetězu a karabiny, za kterou se připevňuje ocelové lano.



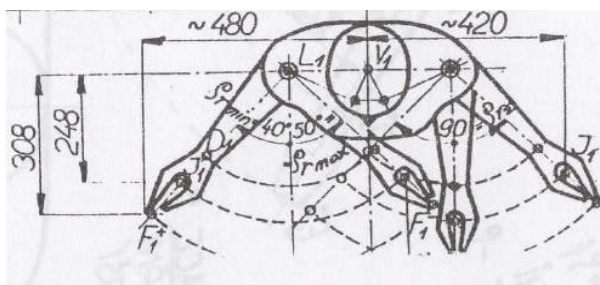
obr. 3.1 Zařízení a jeho základní parametry a rozměry

### 3.2 Návrh nového konceptu

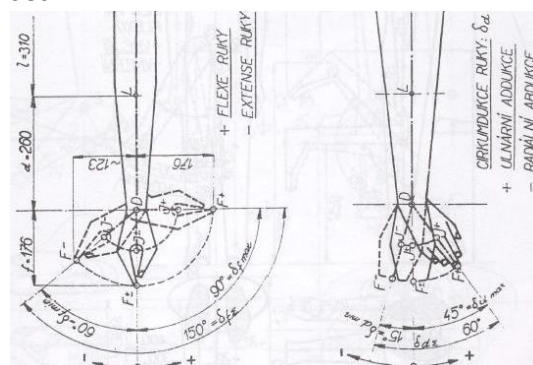
S lopatou se musí dělníkovi co nejlépe pracovat. Musí mít malou hmotnost, ale přitom dostatečnou pevnost. Dále správný tvar rukojetí a úhel úchopu. Na obrázcích jsou rozsahy pohyblivosti kloubů na ruku, na jejichž základě jsem volil úhel úchopu lopaty 60°. Dále jsem navrhl výškově stavitelné rukojeti, díky kterým se bude pracovníkům lépe pracovat, protože si je každý sám a rychle nastaví dle své výšky. Rukojeti musí mít ergonomický tvar, který usnadní práci, sníží svalovou únavu a zvýší bezpečnost prostřednictvím jistého úchopu. Průměr rukojeti by neměl přesahovat 35mm, aby se s lopatou dalo pracovat celou směnu, to znamená 8 hodin. Měla by být tvarována tak, aby přenesla tlak ze zařízení co nejlépe na člověka, to znamená rovnoměrně rozložit tlak do dlaní.

Spodní, nejvíce namáhanou hranu, jsem zvolil vyměnitelnou. Plech lopaty by měl vážit co nejméně, ale zase musí být co nejvíce pevný. Proto je plech opatřen vhodnými prolisy, které jej vyztuží.

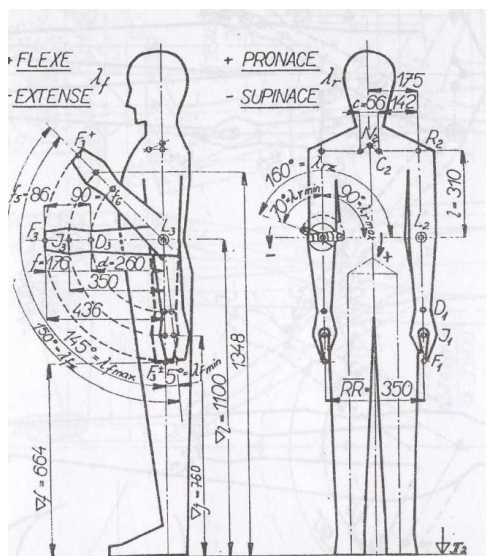
Musím vzít v úvahu i konstrukční hledisko a nevolit příliš drahé materiály, zbytečně složité tvary a komplikované spoje. Celý koncept je navržen ekonomicky s ohledem na malou hmotnost, pevnost a snadnou smontovatelnost.



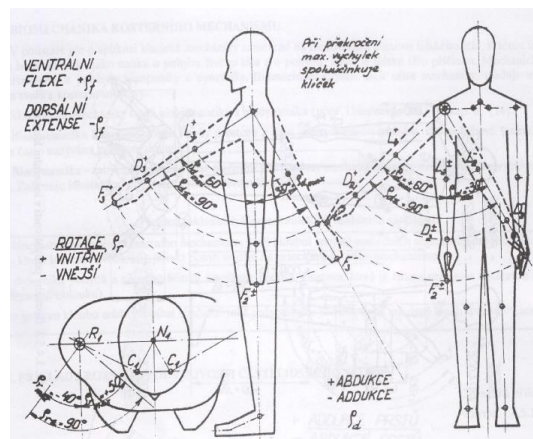
obr. 3.2 Rozsah pohyblivosti loketního kloubu



obr. 3.2 Rozsah pohyblivosti v kloubu ruky



obr 3.4 Rozsah pohyblivosti loketního kloubu



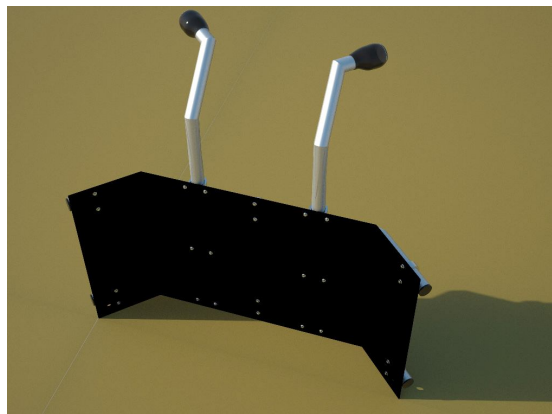
**obr.3.5 Rozsah pohyblivosti ramenního kloubu**

### 3.3 Postupné návrhy

K nynějšímu tvaru jsem se dopracoval po několika návrzích. Každý z nich jsem se snažil v něčem vylepšit, až jsem došel ke konečnému konceptu. Na obr. 3.6 a 3.7 vidíme první verzi modelu. Tento model nemá stavitelnou rukojeť. Proto jsem jej nepoužil.

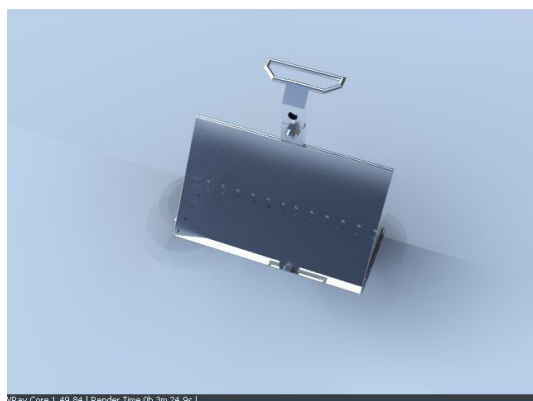


obr. 3.6

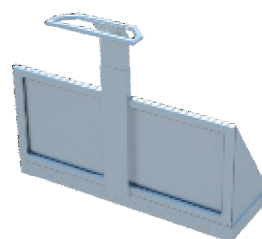


obr. 3.7

Model jsem zdokonalil o stavitelnou výšku rukojetí a jako ovládací prvek je nahoře lichoběžníková rukojeť, kterou jsem zvolil pro univerzálnost úchopu. Později se však ukázalo, že taková rukojeť je pro mé účely zbytečná, protože potřebuji docílit širšího úchopu pod úhlem 60° a potřebuji vyvinout malý tlak přitlačením lopaty k zemi. Tento návrh (obr. 3.8 a 3.9) je nepoužitelný také pro svou hmotnost a proto, že spodní plech by stále škrtil o zem a rychle by se poničil.



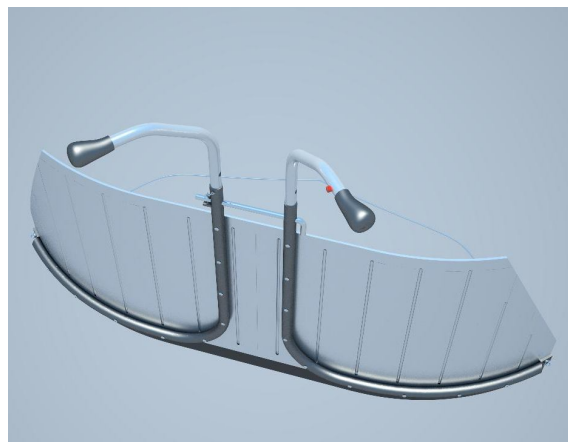
obr. 3.8



obr. 3.9

Přes další návrhy jsem se dopracoval k již celkem zdařilému řešení (obr. 3.10). Toto řešení je jak se stavitelnými rukojetěmi, tak se správnou šířkou úchopu. Nejvíce namáhaná spodní hrana je z pryže a je vyměnitelná. Na plechu jsou prolisy, které jsou ovšem ve špatném příčném směru. Mnohem lepší by byly ve směru podélném, protože plech by se mohl v tomto směru deformovat.

Závlačka (obr. 3.11), udržující rukojeti v poloze, kterou nastavíme, je zde vyřešen poněkud neprakticky. Jeho zabezpečení proti pohybu je příliš složité. Další chybou jsou několikanásobné ohyby trubek rukojeti. Bylo by obtížnější tyto ohyby provést.



obr. 3.10



obr. 3.11

### 3.3.1 Výsledný návrh

Nakonec jsem dospěl k řešení, které vyplynulo ze všech mých předchozích poznatků. Zvolil jsem svařovanou trubkovou konstrukci jako kostru. K ní je přišroubovaný plech s prolisy. Spodní hrana je pryžová, vyměnitelná, přinýtovaná.

Trubky rukojetí jsou ze slitiny hliníku a jsou jen jedenkrát ohnuty, což bude jednodušší na výrobu. Rukojeti jsou stavitelné, závlačka (obr. 3.13) je vyřešena praktičtěji. Drží pevně kolem trubky díky pružnosti a tvaru materiálu.

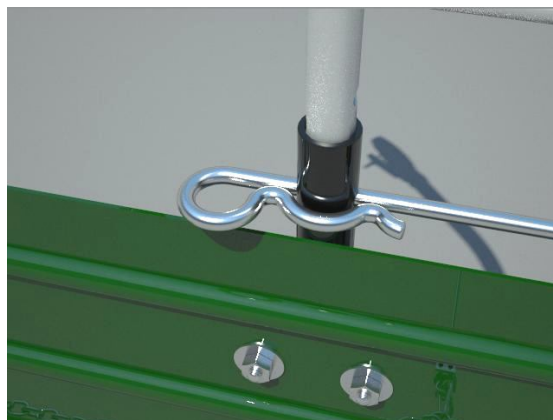
Ke spínání spojky slouží páčka na pravé rukojeti. Při sepnutí páčky dochází k aktivování vysílače umístěného na lopatě. Ten vyšle signál do přijímače umístěného na krytu pohonu a přijímač pošle signál do spojky, která spíná. Při puštění páčky dochází k rozpojení kontaktu a spojka se vypne.

Finální podoba konceptu je na obr. 3.12





obr. 3.12



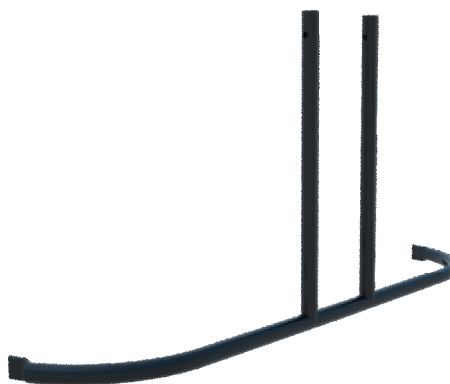
obr. 3.13

### 3.3 Konstrukční řešení

Lopata se skládá z několika dílů, v této části se budu věnovat jednotlivým dílům, jejich materiálům a rozměrům. Snažil jsem se co nejvíce využít normalizované součásti.

#### 3.3.1 Svařovaná kostra lopaty

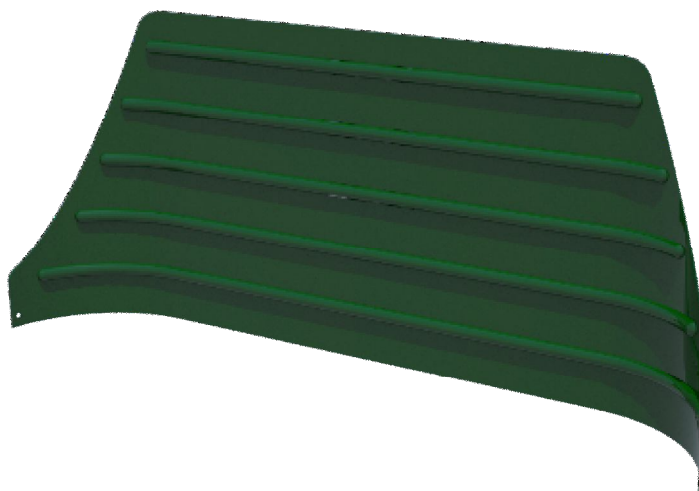
Jedná se o tři trubky ze slitiny hliníku (mat. 42 4401 – AlMgSi, Re = 145 MPa) průměru 36mm, tloušťka stěny 2,5 mm. Spodní trubka délky 1800 mm je na obou koncích zploštělá, aby se zvětšila dosedací plocha pro podložku a šroubový spoj pro připevnění ok tažného řetězu. Je také na obou koncích ohnuta poloměrem 500 mm. Další dvě trubky jsou 600 mm dlouhé, na jednom konci opracované pro provedení koutového svaru a na druhém konci mají vyvrtané otvory pro čep, který drží rukojeti v nastavitelné poloze. Trubky jsou k sobě přivařeny, jak je patrné z obr. 3.14.



obr. 3.14

### 3.3.2 Plech s prolisy

Plech (obr. 3.15) je rovněž z hliníkového plechu o tloušťce 3 mm. Je ohnut na koncích do poloměru 500mm. Na plechu je 5 podélných prolisů, které zvyšují pevnost. Prolisy jsou rovnoměrně rozmístěny ve stejné vzdálenosti od sebe (100mm). Všechny hrany jsou zaobleny.



obr.3.15

### 3.3.3 Spodní vyměnitelná hrana

Na tuto hranu použiji Gumový břit na sněhové radlice od firmy GUMEX, s.r.o. (obr. 3.16). Je to speciální otěruvzdorná pryž se zalisovanou textilní vložkou. Má úkos na jedné straně. Rozměr jsem vybral dle nabídky firmy a to 110\*12\*1500mm. Firma vyrábí na základě výkresu i díry pro připevňovací nýty.



obr. 3.16



obr. 3.17

### 3.3.4 Chránící lišta

Tato lišta (obr. 3.17) chrání svým vhodným tvarem kraje lopaty a zároveň pryžovou hranu před otlačením od šroubů. Je z ocelového plechu. Rozměry jsou 25\*2\*1600mm.

### 3.3.5 Trubky rukojetí

Z důvodu úspory hmotnosti volím materiál trubky opět slitinu hliníku AlMgSi 42 4401. Rozměry trubky:

průměr 30 mm, tloušťka stěny 3 mm, délka 900 mm, poloměr ohnutí je 300 mm, v trubce jsou vyvrtány otvory pro nastavení rukojetí podle výšky postavy pracovníka. Další informace jsou uvedeny na výrobním výkrese v příloze.



*obr. 3.18 Trubka rukojetí*

### 3.3.6 Spojovací příčky trubek a úchyty pro krabičku s vysílačem

Příčky (obr. 3.19) zvyšují tuhost lopaty. Tyto příčky jsou rovněž z materiálu 42 4401. Jejich průměr je 17 mm a délka 200 a 220 mm. Na koncích jsou opracovány pro provedení koutového svaru s trubkami rukojetí. Mezi spojovacími příčkami trubek jsou přivařeny dva plechy ze stejného materiálu, ke kterým přišroubujeme krabičku s vysílačem.

Svařování profilů ze slitiny hliníku se provádí speciální metodou MIG - Metal Inert Gas nebo případně TIG - Tungsten Inert Gas, metoda TIG AC umožňuje vynikající svařování hliníku a jeho slitin.

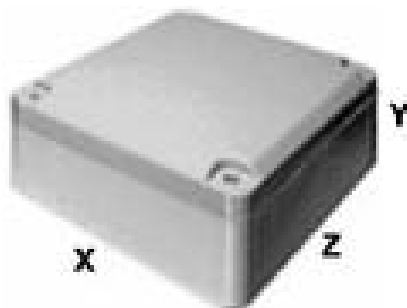


*obr. 3.19 Spojovací příčky trubek s destičkami pro přišroubování krabičky*

### 3.3.7 Kryt přijímače a vysílače

Do plastového krytu je umístěn RF vysílač, který vysílá signál do přijímače a spouští elektromagnetickou spojku. Kryt nesmí být z kovu, aby signál nerušil a musí mít tenkou

stěnu. Požadavkům vyhovuje instalační krabice (obr. 3.20) od firmy ELEKTRONIKA Zdeněk Krčmář, s.r.o., typ UK 22P, o rozměrech 73\*42\*88 mm. Vysílač musí být krytý z důvodu vysoké prašnosti v pracovním prostředí. Z boku je vyvrtán do krabice malý otvor, kterým povede vodič k tlačítku na rukojeti. Tato krabice bude použita i pro instalaci přijímače umístěného na krytu pohonu.



obr. 3.20 Kryt vysílače a přijímače

### 3.3.2 RF vysílač

Zvolil jsem Univerzální vysílací modul RFIM – 40B, firmy ELKO ep. (obr. 3.21).

Tento modul:

- převádí až 4 bezpotenciálové externí vstupy (tlačítka) na RF signál, ovládání RF přijímačů systému RF Control,
- praktické využití v systému RF Control pro připojení stávajících přístrojů: domovní vypínač či tlačítko, senzor EZS (PIR, kouř, dveřní zvonek apod.),
- pro svoji činnost nepotřebuje externí napájení (napájeno z baterie),
- přenos rádiových zpráv je zajištěn jednosměrnou komunikací mezi přijímačem a vysílačem,
- ovlivňování jednotlivých RF komponentů je omezeno adresováním jednotlivých RF zařízení, které jako součást svého komunikačního protokolu vysílají jedinečnou adresu (pravděpodobnost opakování adresy je 1: 65000),
- senzory mohou současně ovládat neomezený počet přiřazených aktorů, které jsou v dosahu RF signálu,
- dosah rádiového signálu u instalace RF je závislý na stavebním provedení budovy, použitých materiálech a způsobu rozmístění jednotek,
- RFIM-40B: životnost baterie je cca 5let dle četnosti používání, při trvale sepnutém vstupu se životnost baterie zkracuje na cca 1 měsíc, 4 vstupy pro kontakt
  - převádí až 4 bezpotenciálové externí vstupy (tlačítka) na RF signál, ovládání RF přijímačů systému RF Control,
- miniaturní rozměry umožňující montáž do instalační krabice, přímo pod tlačítko apod.





obr. 3.20 RF vysílač RFIM – 40B



obr.3.21 RF přijímač RFSA 11B

### 3.3.3 RF přijímač

Zvolil jsem přijímač rovněž firmy ELKO ep, typu RFSA 11B (obr. 3.21):

- radiofrekvenčně ovládaný spínač určený pro ovládání spotřebičů, světel, topení, garážových vrat, příjez. brány apod.,
- RFSA-11B: základní - funkce sepnout / vypnout,
- jeden spínací aktor je možno ovládat až 8-mi ovladači,
- ochrana proti překročení teploty uvnitř přístroje - vypne výstup,
- nouzové ovládání ON/OFF se provádí tlačítkem Prog. na přijímači,
- signalizace stavu přístroje LED diodou na předním panelu,
- pracovní frekvence 868 MHz.

### 3.3.4 Spínač

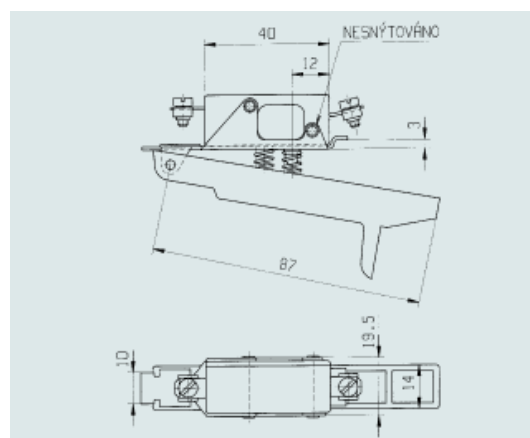
Po úvaze jsem zvolil spínač ve tvaru páčky, firmy OBZOR. Páčka je ideální řešení, protože se mohou věnovat plnému úchopu rukojeti a zároveň stisknutí páčky. Drátek vedoucí z vysílače povede uvnitř trubky rukojeti až ke spínači.

Ovládací dráha (mm ).....7°

Ovládací síla (N ).....15-20



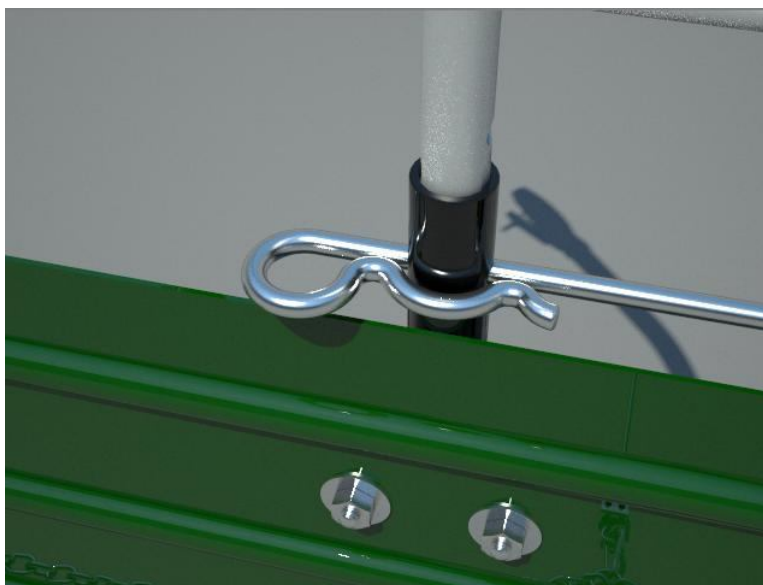
obr.3.22 Spínač v rukojeti



obr. 3.23 Technická dokumentace spínače

### 3.3.5 Závlačka

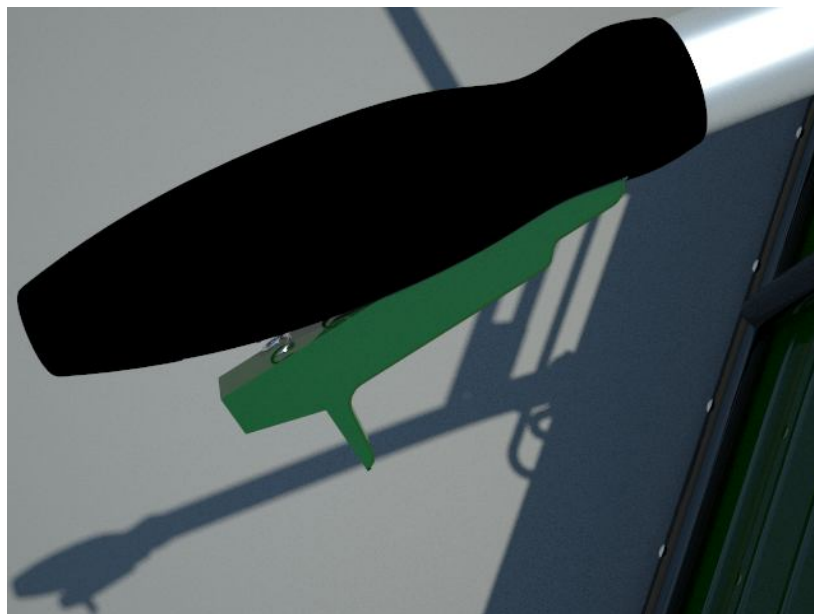
Tato závlačka (obr. 3.24) zajišťuje rukojeti v poloze, kterou si nastavíme. Je vyrobena z ocelového drátu průměru 5mm. Protože si musí závlačka zachovávat pružné vlastnosti, volím materiál např. ocel 12 061 používanou pro výrobu pružných podložek. Je vytvarována tak, aby kopírovala poloměr trubky kostry. Závlačku lze za oko jednoduše uchopit a vytáhnout a tím se výrazně zkracuje doba potřebná pro přestavení výšky rukojetí. Pružné vlastnosti brání její trvalé deformaci. Délka drátu před tvarováním je 500mm. Povrch drátu je pokovován, aby nedocházelo ke korozi.



obr. 3.24 Závlačka

### 3.3.6 Rukojeti

Rukojeti (obr. 3.25) musí mít ergonomický tvar, který usnadní práci, sníží svalovou únavu a zvýší bezpečnost prostřednictvím jistého úchopu. Průměr rukojeti by neměl přesahovat 35 mm [1], aby se s lopatou dalo pracovat celou směnu, to znamená 8 hodin. Měla by být tvarována tak, aby přenesla tlak ze zařízení co nejlépe na člověka, to znamená rovnoměrně rozložit tlak na co největší plochu dlaní. Z hlediska bezpečného a pevného úchopu volím rukojeť z pryžového materiálu, je možno použít již vyráběné rukojeti pro řídítka jízdních kol nebo motocyklů. Poněkud luxusnější variantou by bylo použití materiálu Fibrox (obr. 3.26), který má na povrchu vláknitou strukturu a zaručuje bezpečný úchop, i když má dělník mokrou nebo mastnou ruku. Tento materiál vyvinula na základě nejnovějších poznatků švýcarská firma Victorinox.



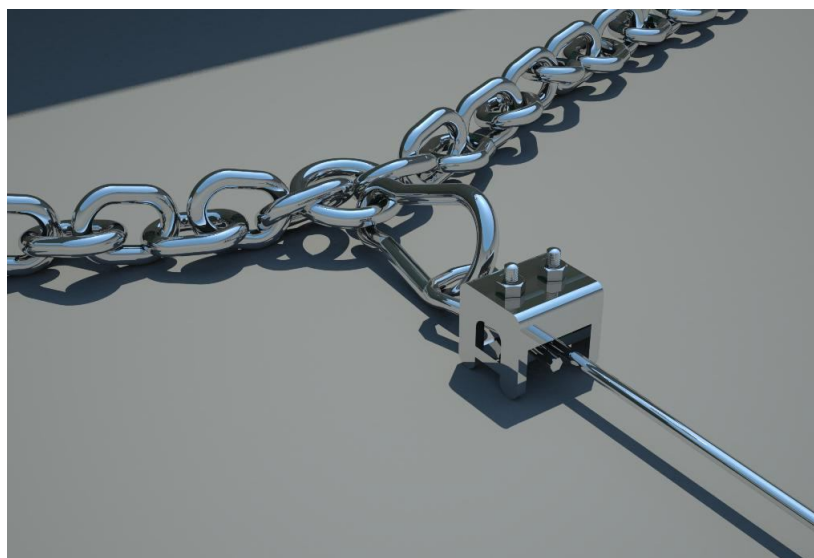
*obr. 3.25 Tvarování rukojetí*



*obr. 3.26 Fibrox rukojeť firmy Victorinox použitá na kuchyňském noži*

### **3.3.7 Řetěz a karabina + příslušenství**

Pro upevnění tažného lana ke kostře lopaty je zvolen ocelový řetěz firmy PÖSAMO - Řetězárna, spol. s r. o. Holice typu 1619 s průměrem drátu 3,5 mm v délce cca 1,5 m (hmotnost 100 m je 18 kg) s max. zatížením 400 N. Pomocí ocelové karabiny je k řetězu přichycena svorka ocelového tažného lana.



*obr. 3.27 Řetěz s karabinou a příslušenstvím pro uchycení lana*

### 3.3.8 Spoje

Pro spojení jednotlivých částí sestavy lopaty jsou použity šroubové a nýtové spoje. Pro spojení nosné trubkové konstrukce s plechem a pryžovým břitem jsou použity nýty  $\Phi 5 \times 50$  typu UN9913 DIN 7337 A. K uchycení řetězu na lopatu jsem zvolil šroub s okem M20, s maticí a podložkou. Oko šroubu je spojeno s řetězem karabinou. Z důvodu vlhkého pracovního prostředí jsou zvoleny materiály hliníkové (nýty) nebo v pozinkované úpravě. Informace o šroubových spojích jsou v příloze na výkrese sestavy.

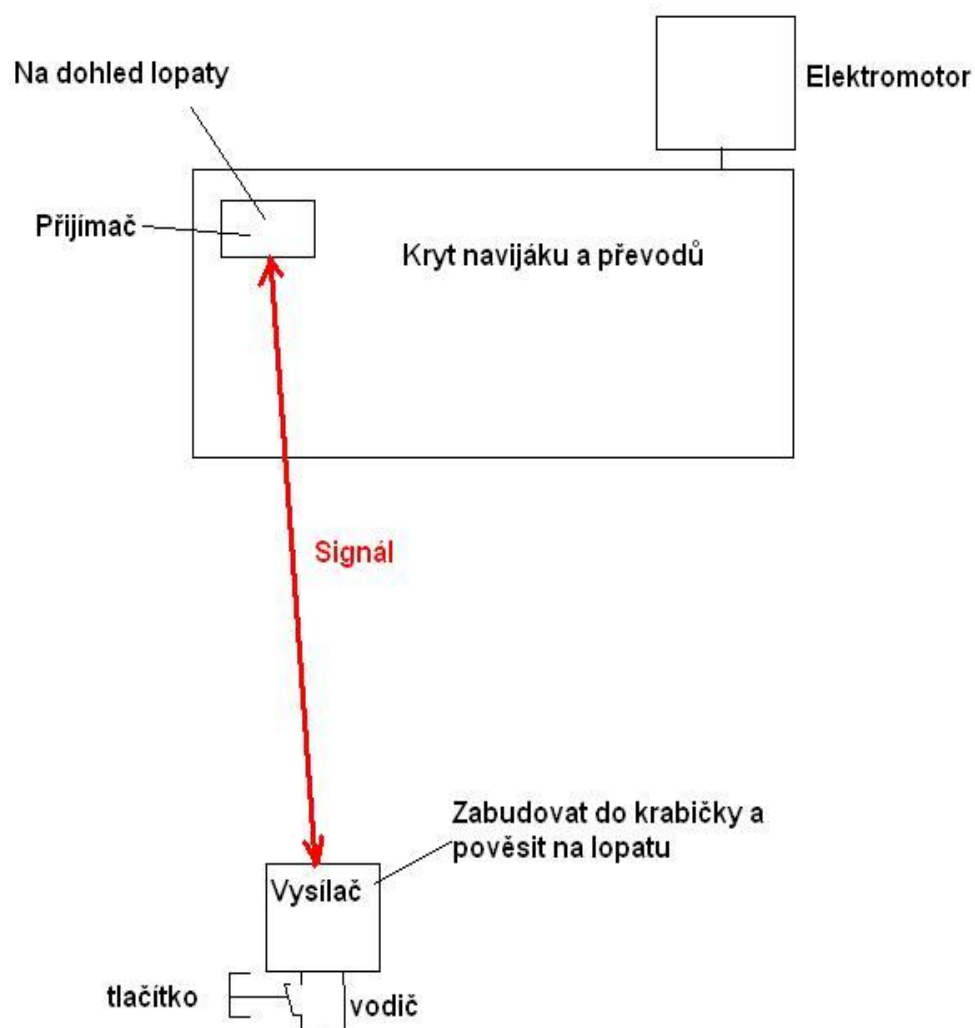


*obr. 3.28 Detail uchycení řetězu*



*obr. 3.29 Úchytky na zadní straně lopaty*

### 3.3.8 Schéma dálkového ovládání pohonu



obr. 3.30 Schéma bezdrátového ovládání pohonu

## 4 Pevnostní výpočty

### Kontrola závlačky na střih

Za předpokladu osového zatížení jednoho madla silou 500 N je příčný průřez závlačky namáhán na střih ve dvou místech:

$$\tau_s = \frac{F}{S} = \frac{\frac{500}{2}}{\frac{\pi * d_1^2}{4}} = \frac{\frac{500}{2}}{\frac{\pi * 5^2}{4}} = 12,74 \text{ MPa}$$

Materiál drátu je 12 061.3 → Re = 440 MPa, dovolené napětí ve smyku:

$$\tau_{ds} = 0,5 * Re = 220 \text{ MPa}$$

$$12,74 \text{ MPa} < 220 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

### Kontrola hliníkové trubky madla na otlačení v místě závlačky

V místě průchodu závlačky oběma hliníkovými trubkami je důležitá kontrola na otlačení. Výpočet je proveden pro menší plochu, která je u vnější trubky s tloušťkou stěny 2,5 mm.

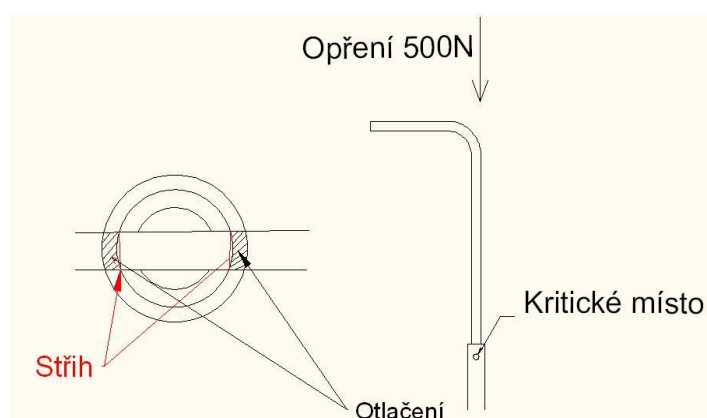
$$p = \frac{F}{S} \leq p_d$$

$$p = \frac{F}{d_1 \cdot t} = \frac{500}{5 \cdot 2,5} \leq p_d$$

Materiál trubky je 42 4401 Al Mg Si → mez pevnosti Rm = 140 MPa

dovolený tlak  $p_d = 30 \text{ MPa}$

$$20 \text{ MPa} < 30 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$



obr. 4.1 Schéma kontroly na střih a otlačení

## 5 Finální vizualizace



*obr. 5.1*



*obr. 5.2*





*obr. 5.3 Lopata s rukojetěmi v dolní poloze pro dělníka vysokého 155 cm*



*obr. 5.4 Lopata s rukojetěmi v horní poloze pro dělníka vysokého 210cm*



## Zakomponování lopaty do pracovního prostředí



obr. 5.5



obr. 5.6

## 6 Závěr

Tato práce pojednává o rekonstrukci shrnovacího zařízení. Výsledkem práce je návrh konstrukčního řešení lopaty včetně bezdrátového ovládání pohonu prostřednictvím RF vysílače a přijímače. Díky tomu lze pohon ovládat přímo z lopaty a ušetří se tak jedna pracovní síla, která byla původně zapotřebí pro ovládání pohonu. Vhodné ergonomické řešení spolu s výškovou stavitelností rukojetí zabezpečí komfortní ovládání pro dělníky s výškou postavy 155 až 210 mm. Při návrhu byl kladen důraz na co nejmenší hmotnost lopaty. Toho bylo dosaženo použitím lehkých slitin hliníku. Zvýšená tuhost plechu je zajištěna vhodnými prolisy.

## 7 Použitá literatura

- [1] Král, M.: Ergonomie a její využití v technické praxi II. První vydání. Alexandr Vávra, VAVA, Ostrava, 1998. ISBN 80-86168-04-2.
- [2] Leinveber, J.: Vávra P.: Strojnické tabulky, první vydání, Albra, spol. s.r.o., Úvaly, Praha, 2003, ISBN 80-86490-74-2.
- [3] Dejl, Z.: Konstrukce strojů a zařízení 1 - spojovací části strojů, Montanex s.r.o., Ostrava 2000, ISBN 80-7225-018-3.
- [4] Kaláb, K.: Části a mechanismy strojů pro bakaláře, Části spojovací. VŠB-TU Ostrava, 2008, ISBN 978-80-248-1290-8, 90 s.
- [5] Zouhar, J.: Pohon mechanizovaného shrnovacího zařízení. Bakalářská práce, VŠB-TU Ostrava, 2009.

### **Fotodokumentace v rešerši:**

- [6] <http://images.google.com>
- [7] <http://www.plyny-technicke.cz/nabidka/prodej-svarovaci-technika/svarovaci-metody.htm>
- [8] <http://www.posamo.cz>
- [9] <http://www.selos.cz>